



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 100 39 215 A 1

51 Int. Cl. 7:  
**F 16 K 1/42**  
F 16 K 1/226  
F 16 K 25/00  
F 02 M 47/00

21 Aktenzeichen: 100 39 215.6  
22 Anmeldetag: 11. 8. 2000  
43 Offenlegungstag: 28. 2. 2002

DE 100 39 215 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Mattes, Patrick, Dr., 70569 Stuttgart, DE; Boecking,  
Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

56 Entgegenhaltungen:

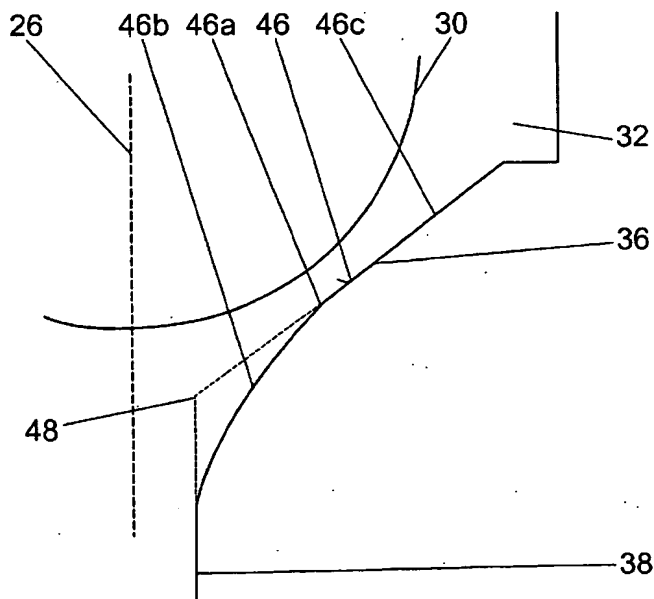
DE	197 32 802 A1
DE	196 24 001 A1
DE	196 19 703 A1
US	43 65 647
JP	09-2 10 244 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Sitzventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschine

57 Es wird eine Sitzventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungskraftmaschine, vorgeschlagen, mit mindestens einer zwischen einem Zuströmbereich und einem Abströmbereich angeordneten, zu einer Achse (26) zentrischen Ringsitzfläche (46) und einem längs der Achse (26) in und außer Dichteingriff mit einem Dichtbereich (46a) der Ringsitzfläche (46) bewegbaren Sitzelement (30), wobei die Ringsitzfläche (46) bei Betrachtung in einem Axiallängsschnitt schräg geneigt zu der Achse (26) verläuft. Erfindungsgemäß verläuft die Ringsitzfläche (46) bei Betrachtung in dem Axiallängsschnitt auf der Seite des Zuströmbereichs im Anschluß an den Dichtbereich (46a) konvex gekrümmt. Dies erlaubt einen sehr raschen Anstieg des Durchflusses bei Beginn des Abhebens des Sitzelements (30) von der Ringsitzfläche (46) (Figur 2).



DE 100 39 215 A 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sitzventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschine, mit mindestens einer zwischen einem Zuströmbereich und einem Abströmbereich angeordneten, zu einer Achse zentrischen Ringsitzfläche und einem längs der Achse in und außer Dichteingriff mit einem Dichtbereich der Ringsitzfläche bewegbaren Sitzelement, wobei die Ringsitzfläche bei Betrachtung in einem Axiallängsschnitt schräg geneigt zu der Achse verläuft.

[0002] Insbesondere, aber nicht nur in Kraftstoffeinspritzsystemen wird regelmäßig eine hohe Dynamik bei Ventilschaltvorgängen angestrebt. Bei einer aus der Praxis bekannten gattungsgemäßen Sitzventilanordnung mit Kugelsitzelement verläuft die Ringsitzfläche bei Betrachtung in einem Axiallängsschnitt geradlinig schräg zu der Achse und weist am Übergang zum Zuströmbereich eine Kante auf.

[0003] Nachteilig ist jedoch bei dieser bekannten Sitzventilanordnung, daß beim Abheben des Sitzelements von der Ringsitzfläche unerwünschte Turbulenzen beim Durchfluß auftreten. Des weiteren weist die Durchflußrate über den Hub einen kleinen Gradienten auf, der sich negativ auf die Umschaltgeschwindigkeit der Sitzventilanordnung auswirkt.

#### Vorteile der Erfindung

[0004] Die Erfindung schlägt für eine Sitzventilanordnung der eingangs genannten Art vor, daß die Ringsitzfläche bei Betrachtung in dem Axiallängsschnitt auf der Seite des Zuströmbereichs im Anschluß an den Dichtbereich konvex gekrümmt verläuft.

[0005] Es hat sich gezeigt, daß durch eine solche konvexe, vorzugsweise im wesentlichen kreisbogenförmige Krümmung der Ringsitzfläche ein turbulenzärmerer Durchfluß beim Abheben des Sitzelements von der Ringsitzfläche erreicht werden kann. Dies in Verbindung mit dem gegenüber einer im Schnitt geradlinigen Ringsitzfläche vergrößerten Anströmtrichter zwischen Sitzelement und Ringsitzfläche bewirkt beim Abheben des Sitzelements von der Ringsitzfläche einen rascheren Anstieg der Durchflußrate und damit ein schnelleres Umschalten der Sitzventilanordnung in den Öffnungszustand.

[0006] Ein besonders turbulenzarmes Strömungsverhalten läßt sich bei der erfindungsgemäßen Sitzventilanordnung erzielen, wenn der Übergang von der Ringsitzfläche zum Zuströmbereich im wesentlichen kantenfrei ist. Gewünschtenfalls kann die Ringsitzfläche sogar in dem Dichtbereich konvex gekrümmt verlaufen.

[0007] Vorzugsweise ist das Sitzelement als Kugelsitzelement ausgeführt, wenngleich das Erfindungsprinzip grundsätzlich auch bei Kegelsitzelementen anwendbar ist.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Sitzventilanordnung Teil eines Injektormoduls mit einer in einen Zylinderbrennraum des Verbrennungsmotors ragenden Kraftstoff-Einspritzdüse und einer die Einspritzdüse abhängig vom Hydraulikdruck in einer Steuerkammer öffnenden und schließenden Düsennadel, wobei die Sitzventilanordnung in einer an die Steuerkammer angeschlossenen, mittels der Sitzventilanordnung wahlweise sperr- oder freigebbaren Druckentlastungsstrecke angeordnet ist.

[0009] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Sitzventilanordnung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend anhand der Beschreibung näher erläutert. Es stellen dar

[0011] Fig. 1 schematisch eine Doppelsitz-Steuerventilanordnung in einem Injektormodul eines Kraftstoff-Speichereinspritzsystems,

10 [0012] Fig. 2 eine Vergrößerung des Ausschnitts A der Fig. 1,

[0013] Fig. 3 einen qualitativen Verlauf einer Hub-Durchfluß-Kennlinie eines Einzelsitz-Ventils der Steuerventilanordnung der Fig. 1, und

15 [0014] Fig. 4 einen qualitativen Verlauf einer Hub-Durchfluß-Kennlinie der gesamten Steuerventilanordnung.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

20 [0015] Eine in Fig. 1 gezeigte und allgemein mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnete doppelsitzige Steuerventilanordnung ist in ein Injektormodul eines Diesel-Speichereinspritzsystems, welches auch als Common-Rail-Einspritzsystem bekannt ist, für einen Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotor eingebaut. Dieses Injektormodul weist in an sich bekannter Weise eine in einen Zylinderbrennraum des Verbrennungsmotors ragende, hier nicht näher dargestellte Einspritzdüse sowie eine die Einspritzdüse abhängig vom Druck in einer Steuerkammer 12 öffnende und schließende, hier nur zu einem kleinen Teil angedeutete Düsennadel 14 auf.

[0016] In dem Injektormodul ist ein aus einem Hochdruckverteiler bzw. Rail gespeister Kraftstoffversorgungskanal 16 ausgebildet, über welchen die Einspritzdüse mit Kraftstoff versorgt wird. Von dem Kraftstoffversorgungskanal 16 ist ein stets offener, in der Regel gedrosselter Zulaufkanal 18 abgezweigt, über welchen Kraftstoff aus dem Kraftstoffversorgungskanal 16 in die Steuerkammer 12 eingeleitet wird. Ein mittels der Steuerventilanordnung 10 wahlweise sperr- oder freigebbarer Entlastungsweg 20 verbindet die Steuerkammer 12 mit einem nicht näher dargestellten Niederdruck-Entlastungsraum.

[0017] Bei gesperrtem Entlastungsweg 20 stellt sich im stationären Zustand in der Steuerkammer 12 ein dem Druck im Kraftstoffversorgungskanal 16 entsprechender Hochdruck ein, der auf die Düsennadel 14 wirkt und zum Verschließen der Einspritzdüse führt. Wird der Entlastungsweg 20 geöffnet, fließt Kraftstoff aus der Steuerkammer 12 ab. Der damit einhergehende Druckabfall in der Steuerkammer 12 bewirkt, daß die Düsennadel 14 die Einspritzdüse freigibt und Kraftstoff in den Zylinderbrennraum eingespritzt wird. Zeitpunkt und Dauer der Einspritzung können dabei vom Fachmann durch geeignete Ansteuerung der Steuerventilanordnung 10 festgelegt werden.

25 [0018] Zur Betätigung der Steuerventilanordnung 10 dient ein von einer elektronischen Ventilsteuereinheit 22 des Einspritzsystems gesteuerter Ventilsteller 24. Dieser kann als elektromagnetischer Ventilsteller ausgeführt sein. Im vorliegenden Fall einer doppelschaltenden Steuerventilanordnung 10 wird jedoch ein piezoelektrischer Ventilsteller bevorzugt, der in an sich bekannter Weise einen aus einer Vielzahl übereinander gestapelter Piezomaterialschichten gebildeten Hubkörper aufweisen kann.

[0019] Der Ventilsteller 24 wirkt gewünschtenfalls unter Zwischenschaltung eines nicht näher dargestellten hydraulischen Hubübersetzers auf einen längs einer Hubachse 26 in dem Injektormodul verschiebbar geführten Stellstößel 28, der an seinem Ende ein als Kugelsitzelement ausgebildetes

Ventilelement 30 trägt. Dies ist in einer Ventilkammer 32 zwischen zwei in Richtung der Hubachse 26 gegenüberliegenden Ventilsitzen 34, 36 hin- und herbeweglich untergebracht und im Regelfall durch eine nicht gezeigte Ventilefeder in Richtung zu einem der Ventilsitze 34, 36 hin vorgespannt eingebaut.

[0020] Der Entlastungsweg 20 ist gesperrt, wenn das Kugelsitzelement 30 in Dichteingriff entweder mit dem Ventilsitz 34 oder mit dem Ventilsitz 36 steht. Befindet sich das Kugelsitzelement 30 in einer Zwischenposition zwischen den beiden Ventilsitzen 34, 36, ist der Entlastungsweg 20 freigegeben.

[0021] Zur Bildung des Entlastungswegs 20 mündet im Bereich des Ventilsitzes 36 ein mit der Steuerkammer 12 verbundener Ablaufkanal 38 in die Ventilkammer 32. Der Ablaufkanal 38 enthält eine Ablaufdrossel 40, welche zur Einstellung und Begrenzung des Durchflusses des ablaufenden Kraftstoffs dient. Im Bereich des Ventilsitzes 34 mündet aus der Ventilkammer 32 ein Rücklaufkanal 42, über den der aus der Steuerkammer 12 abgelaufene Kraftstoff zu einem nicht gezeigten Kraftstoffvorrat zurückfließt.

[0022] Um die eingespritzte Kraftstoffmenge exakt dosieren zu können, ist es wünschenswert, den Entlastungsweg 20 rasch freigeben und sperren zu können. Hierbei ist zum einen die Schnelligkeit maßgeblich, mit der der Ventilsteller 24 das Kugelsitzelement 30 bewegen kann. Zum anderen spielt eine wesentliche Rolle, wie rasch im Zuge einer Freigabe des Entlastungswegs 20 der Kraftstoffdurchfluß durch diesen ansteigen kann und wie schnell sich demnach der Kraftstoff aus der Steuerkammer 12 entleeren kann.

[0023] Es hat sich gezeigt, daß durch eine geeignete Gestaltung der Ventilsitze 34, 36 ein im Vergleich zu bisherigen Lösungen deutlich rascherer Anstieg des Durchflusses bei Freigabe des Entlastungswegs 20 erzielt werden kann.

[0024] Zur Erläuterung der Gestaltung der Ventilsitze 34, 36 wird nun zusätzlich auf Fig. 2 verwiesen. Darin ist ersichtlich, daß beide Ventilsitze 34, 36 von je einer in die Kammerwand der Ventilkammer 32 eingeformten, zur Hubachse 26 zentrischen Ringsitzfläche 44 bzw. 46 gebildet sind.

[0025] Bei bisherigen Lösungen verlaufen diese Ringsitzflächen bei Betrachtung in einem die Hubachse 26 enthaltenden Längsschnitt geradlinig schräg zur Hubachse 26, wie dies gestrichelt in Fig. 2 eingezeichnet ist. Dabei ist zwischen der den Ventilsitz 36 bildenden Ringsitzfläche 46 und der Wand des Ablaufkanals 38 eine in Fig. 2 gut zu erkennende Übergangskante 48 gebildet. Auch zwischen der den Ventilsitz 34 bildenden Ringsitzfläche 44 und den zum Inneren der Ventilkammer 32 hin angrenzenden Bereichen der Kammerwand ist bei den bisherigen Lösungen eine ähnliche Übergangskante gebildet.

[0026] Bei der erfindungsgemäßen Lösung ist jedoch zumindest der zuströmseitige Bereich der Ringsitzflächen 44, 46 konvex gekrümmt.

[0027] Beim Ventilsitz 36 ist der zuströmseitige Bereich der Ringsitzfläche 46 derjenige Bereich, der in Richtung zum Ablaufkanal 38 hin an einen Dichtbereich 46a der Ringsitzfläche 46 anschließt, in welchem der Dichteingriff zwischen dem Kugelsitzelement 30 und der Ringsitzfläche 46 stattfindet. Dieser zuströmseitige Bereich der Ringsitzfläche 46 ist in Fig. 2 mit 46b bezeichnet. Insbesondere geht er kantenfrei in die Wand des Ablaufkanals 38 über.

[0028] Durch diese Gestaltung der Ringsitzfläche 46 kann bei geringem Öffnungshub des Kugelsitzelements 30 eine größere Durchflußrate des zwischen Ventilsitz 36 und Kugelsitzelement 30 abfließenden Kraftstoffs erzielt werden als bei geradliniger Gestaltung des zuströmseitigen Ringsitzflächenbereichs 46b. Dies bedeutet zugleich, daß sich

mit zunehmendem Öffnungshub ein rascherer Anstieg der Durchflußrate als bei geradliniger Gestaltung des zuströmseitigen Ringsitzflächenbereichs 46b einstellt.

[0029] Das qualitative Diagramm der Fig. 3 zeigt dieses Verhalten anschaulich. Dort sind an der Abszisse der Hub  $h$  des Kugelsitzelements 30 bzw. des Ventilstellers 24 und an der Ordinate der Volumenstrom  $Q$  des abfließenden Kraftstoffs aufgetragen – ohne Berücksichtigung der Ventilwirkung am anderen Ventilsitz 34.

[0030] Man erkennt, daß bei der erfindungsgemäßen Lösung eine Kennlinie K1 (mit durchgezogener Linie gezeichnet) erhalten wird, die wesentlich steiler bis zu einem durch die Ablaufdrossel 40 bestimmten Maximum ansteigt als eine bei den bisherigen Lösungen erhaltene, gestrichelte Kennlinie K2.

[0031] Die Krümmung des zuströmseitigen Ringsitzflächenbereichs 46b kann kreisbogenförmig, aber auch von einer Kreisform abweichend sein. Gewünschtenfalls kann sich die konvexe Krümmung bis in den Dichtbereich 46a der Ringsitzfläche 46 erstrecken.

[0032] Der zum Inneren der Ventilkammer 32 hin an den Dichtbereich 46a anschließende abströmseitige Bereich der Ringsitzfläche 46 – hier mit 46c bezeichnet – kann wie bei den bisherigen Lösungen geradlinig schräg zur Hubachse 26 verlaufen. Die konvexe Krümmung der Ringsitzfläche 46 kann aber auch bis in diesen abströmseitigen Ringsitzflächenbereich 46c reichen.

[0033] Was die den Ventilsitz 34 bildende Ringsitzfläche 44 anbelangt, so ist dort der zuströmseitige Ringsitzflächenbereich derjenige Bereich, der zum Inneren der Ventilkammer 32 hin an den Dichtbereich der Ringsitzfläche 44 anschließt, in dem der Dichteingriff mit dem Kugelsitzelement 30 stattfindet. Dieser zuströmseitige Bereich der Ringsitzfläche 44 ist wie bei der Ringsitzfläche 46 konvex gekrümmt. Es empfiehlt sich wiederum ein kantenfreier Übergang zu den angrenzenden Bereichen der Kammerwand der Ventilkammer 32. Dabei ist es nicht ausgeschlossen, für die zuströmseitigen Bereiche der Ringsitzflächen 44, 46 voneinander abweichende Krümmungsverläufe zu wählen.

[0034] Der abströmseitige Bereich der Ringsitzfläche 44 – das ist der Bereich, der in Richtung zum Rücklaufkanal 42 an den Dichtbereich der Ringsitzfläche 34 anschließt – kann wiederum eine geradlinige, gewünschtenfalls aber auch eine konvex gekrümmte Kontur besitzen.

[0035] In das qualitative Diagramm der Fig. 4 ist zusätzlich zu den bereits in Fig. 3 gezeigten Kennlinien K1 und K2 eine weitere Kennlinie K3 eingezeichnet, die die Abhängigkeit der Menge  $Q$  des am Ventilsitz 34 vorbeiströmenden Kraftstoffs vom Hub  $h$  des Kugelsitzelements 30 zeigt, und zwar ohne Berücksichtigung der Ventilwirkung am Ventilsitz 36.

[0036] Als Vergleich ist wiederum eine Kennlinie K4 gestrichelt eingezeichnet, die bei im Schnitt geradliniger Gestaltung des zuströmseitigen Bereichs der Ringsitzfläche 44 erhalten wird. Aus der Überlagerung der beiden Kennlinien K1 und K3 ergibt sich eine durch dicke Punkte angedeutete effektive Durchflußkennlinie K5 für die doppelstige Steuerventilanordnung 10. Zum Vergleich zeigt eine durch Dreiecke angedeutete Kennlinie K6 die Überlagerung der Kennlinien K2 und K4.

[0037] Man erkennt anhand der Kennlinie K5, daß bei der erfindungsgemäßen Lösung der stabile Bereich, welcher durch eine Hubspanne S1 angedeutet ist, in dem die abfließende Kraftstoffmenge unabhängig von der Hubposition des Kugelsitzelements 30 annähernd konstant ist, deutlich größer ist als der stabile Bereich bei den bisherigen Lösungen, welches durch eine Hubspanne S2 angedeutet ist. Zudem fließt bei der erfindungsgemäßen Lösung im stabilen Be-

reich ein größerer Volumenstrom als bei den bisherigen Lösungen.

[0038] Im Teilhubbereich, also bei vergleichsweise geringem Abheben des Kugelsitzelements 30 vom Ventilsitz 34 bzw. 36, steigt außerdem bei der erfindungsgemäßen Lösung der Durchfluß sehr rasch bis nahe seines Maximums an, so daß sich insgesamt sehr schnelle Reaktionszeiten des Einspritzsystems erzielen lassen und unvermeidbare Fertigungstoleranzen der einzelnen Bauteile der Steuerventilanordnung sich nur wenig auswirken.

[0039] Insbesondere bei dem Ventilsitz 34 kann die Wahl des konkreten Krümmungsverlaufs der Ringsitzfläche 44 zudem davon abhängig gemacht werden, daß zu Beginn des Abhebens des Kugelsitzelements 30 vom Ventilsitz 34 der hydraulisch wirksame Sitzdurchmesser im wesentlichen unverändert und im wesentlichen gleich dem am Dichtbereich der Ringsitzfläche 44 gemessenen geometrischen Sitzdurchmesser bleiben soll, um eine hubabhängige Zunahme der vom Ventilsteller 24 aufzubringenden Hubkraft zu vermeiden.

#### Patentansprüche

1. Sitzventilanordnung, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Verbrennungsmaschine, mit mindestens einer zwischen einem Zuströmbereich und einem Abströmbereich angeordneten, zu einer Achse (26) zentrischen Ringsitzfläche (44, 46) und einem längs der Achse (26) in und außer Dichteingriff mit einem Dichtbereich (46a) der Ringsitzfläche (44, 46) bewegbaren Sitzelement (30), wobei die Ringsitzfläche (44, 46) bei Betrachtung in einem Axiallängsschnitt schräg geneigt zu der Achse (26) verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ringsitzfläche (44, 46) bei Betrachtung in dem Axiallängsschnitt auf der Seite des Zuströmbereichs im Anschluß an den Dichtbereich (46a) konvex gekrümmt verläuft.
2. Sitzventilanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang von der Ringsitzfläche (44, 46) zum Zuströmbereich im wesentlichen kantenfrei ist.
3. Sitzventilanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringsitzfläche (44, 46) auf der Seite des Zuströmbereichs im Anschluß an den Dichtbereich (46a) im wesentlichen kreisbogenförmig konvex verläuft.
4. Sitzventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringsitzfläche (44, 46) auch in dem Dichtbereich (46a) konvex gekrümmt verläuft.
5. Sitzventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Sitzelement (30) als Kugelsitzelement ausgeführt ist.
6. Sitzventilanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sitzventilanordnung Teil eines Injektormoduls mit einer in einen Zylinderbrennraum des Verbrennungsmotors ragenden Kraftstoff-Einspritzdüse und einer die Einspritzdüse abhängig vom Hydraulikdruck in einer Steuerkammer (12) öffnenden und schließenden Düsennadel (14) ist, wobei die Sitzventilanordnung in einer an die Steuerkammer (12) angeschlossenen, mittels der Sitzventilanordnung wahlweise sperr- oder freigebbaren Druckentlastungsstrecke (20) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

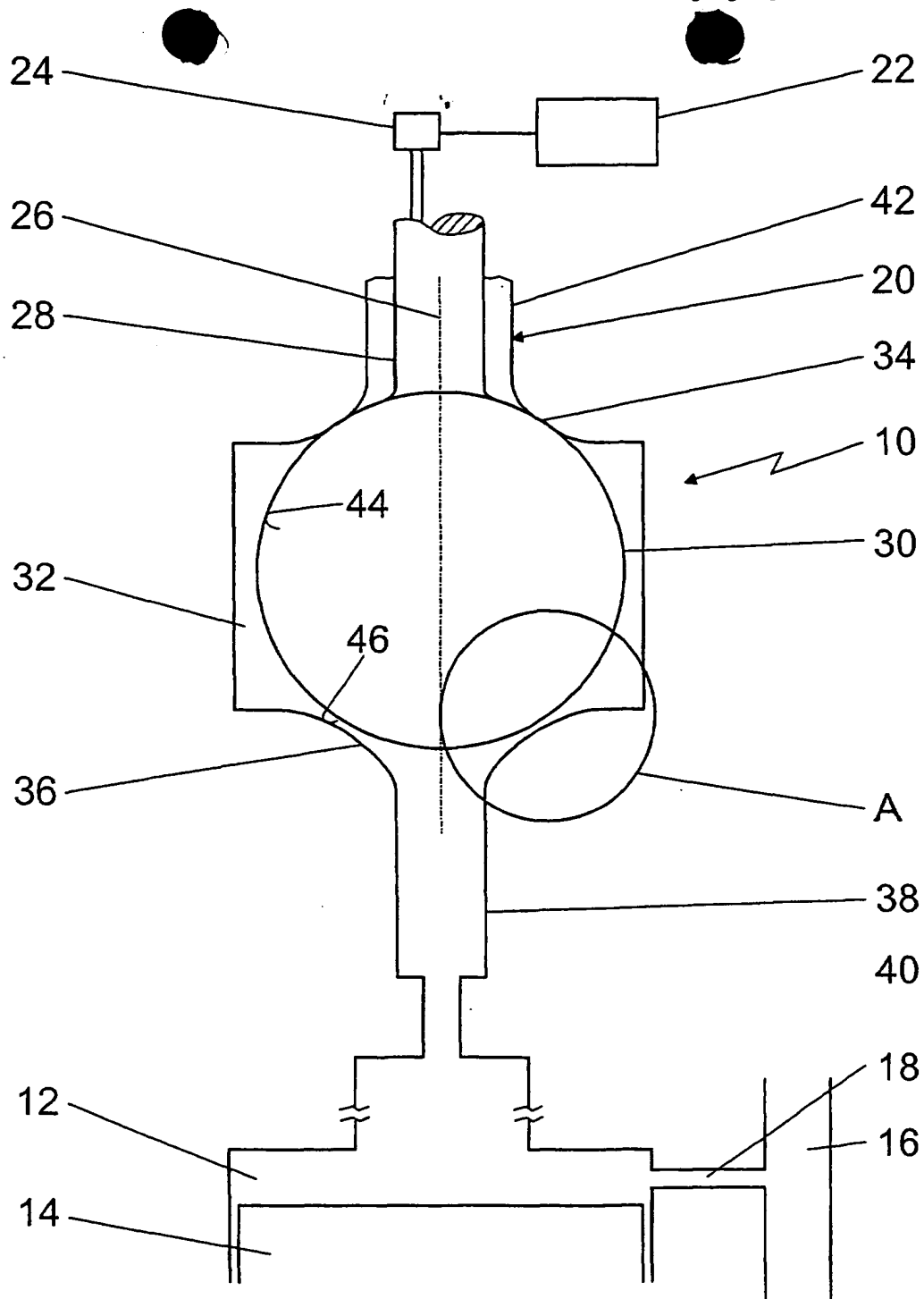


Fig. 1

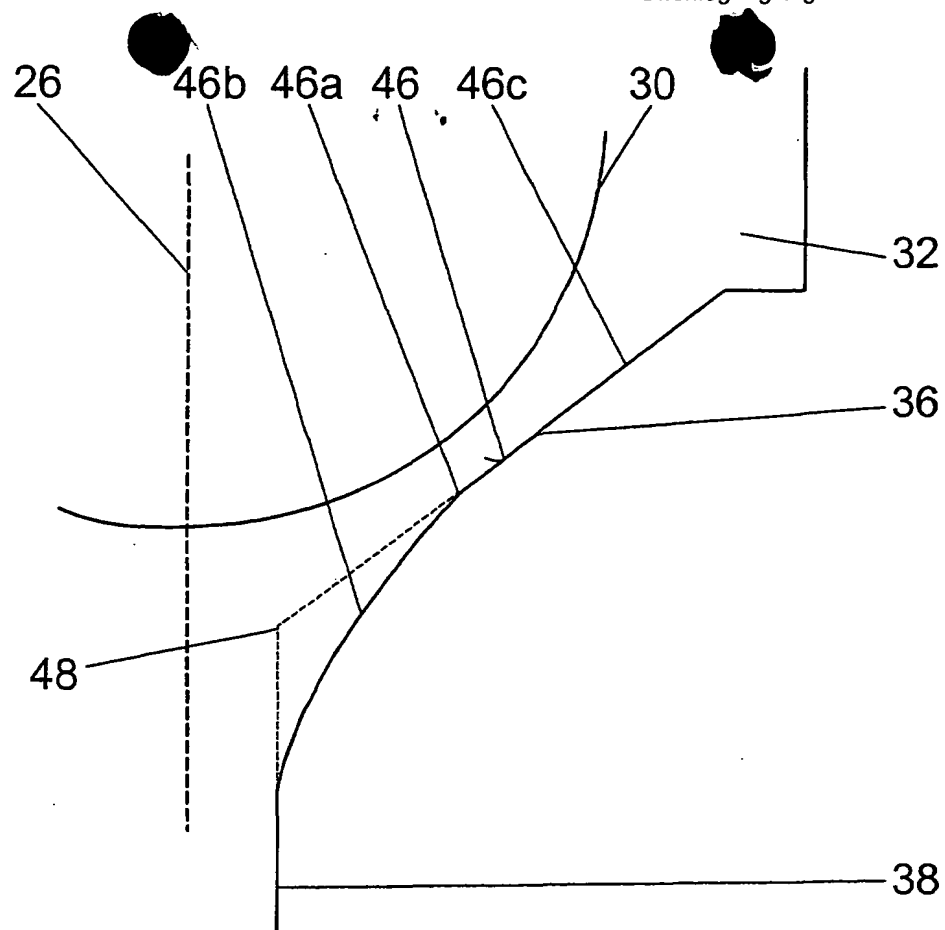


Fig. 2

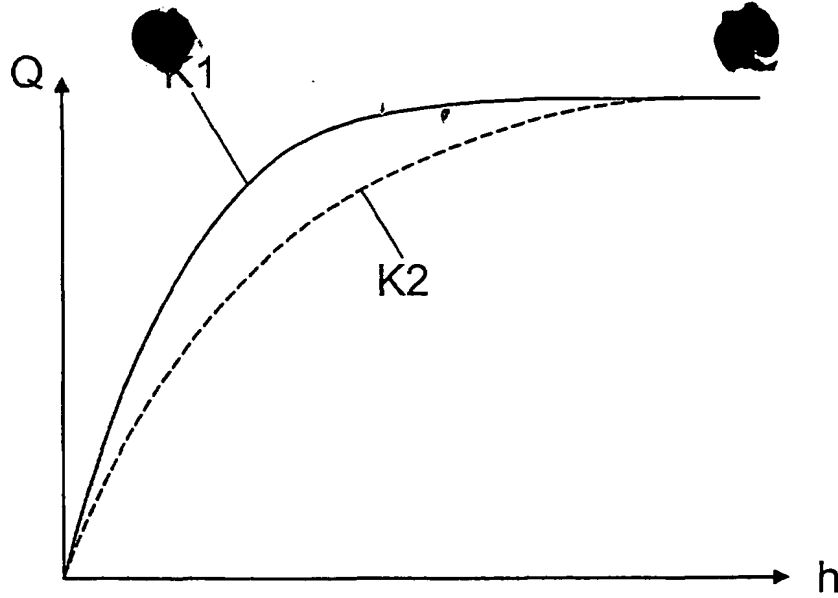


Fig. 3

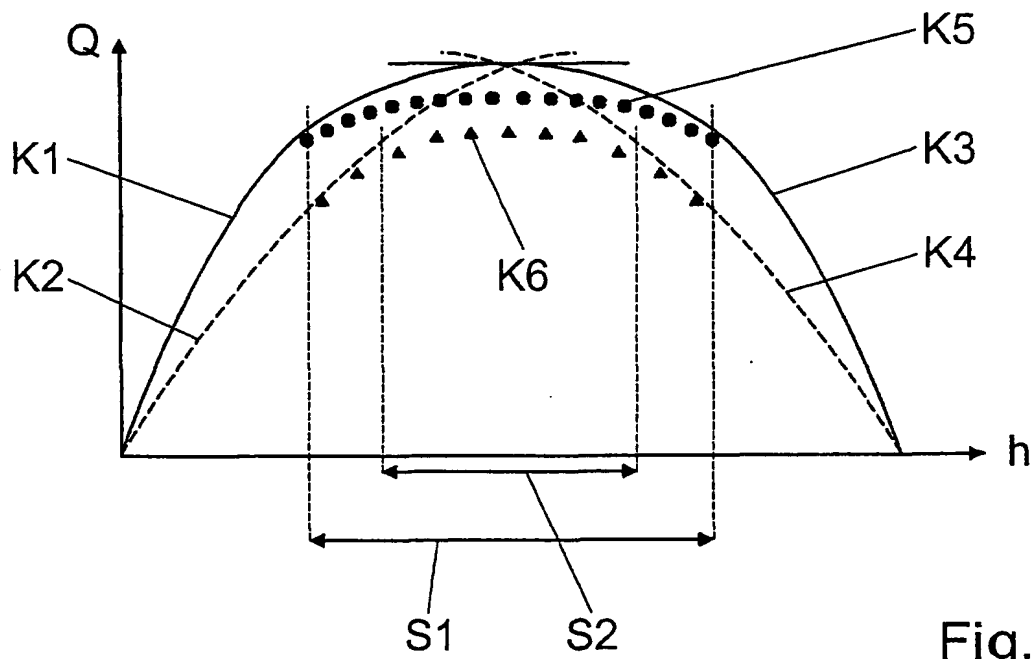


Fig. 4